

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

REC'D 08 JUN 2004

WIPO PCT

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts In1226WO	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/PEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE 03/00861	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 17.03.2003	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 29.04.2002
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H01L21/768		
Anmelder INFINEON TECHNOLOGIES AG		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.


2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 7 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 4 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Bescheids
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Regel 66.2 a)ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  27.11.2003	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  07.06.2004
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde   Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Ploner, G Tel. +31 70 340-4225



**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):

**Beschreibung, Seiten**

1-11 in der ursprünglich eingereichten Fassung

**Ansprüche, Nr.**

1-14 eingegangen am 25.03.2004 mit Schreiben vom 24.03.2004

**Zeichnungen, Blätter**

1/4-4/4 in der ursprünglich eingereichten Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um:

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:
- ☐ Ansprüche,      Nr.:
- ☐ Zeichnungen,      Blatt:

**BEST AVAILABLE COPY**

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 03/00861

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen.)*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung
- |                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| Neuheit (N)                    | Ja: Ansprüche 1-14       |
|                                | Nein: Ansprüche          |
| Erfinderische Tätigkeit (IS)   | Ja: Ansprüche 8          |
|                                | Nein: Ansprüche 1-7,9-14 |
| Gewerbliche Anwendbarkeit (IA) | Ja: Ansprüche: 1-14      |
|                                | Nein: Ansprüche:         |

2. Unterlagen und Erklärungen:

**siehe Beiblatt**

**BEST AVAILABLE COPY**

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: US-A-5 963 827 (Enomoto Yoshiyuki et al.); 5. Oktober 1999 (1999-10-05)

D2: EP-A-0 735 586 (Texas Instruments); 2. Oktober 1996 (1996-10-02)

\*\*\*\*\*

**1. Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse von Artikel 6 PCT.**

**1.1. Anspruch 1 ist nicht klar und von der Beschreibung nicht gestützt.**

**1.1.1. Der Ausdruck "Schutzgas" legt die Zusammensetzung der Atmosphäre, unter der die Abscheidung der Grundsicht erfolgt, nicht eindeutig fest. Der Begriff "Schutzgas" umfaßt auch Gasgemische, die Stickstoff enthalten oder sogar ausschließlich aus Stickstoff bestehen, was in Widerspruch steht zum Grundgedanken des dargelegten Verfahrens, nämlich, daß der erste Abscheidevorgang in einer Atmosphäre stattfinden soll, die Stickstoff nicht enthält.**

Die Passage auf Zeilen 10-14 von Anspruch 1 ist nicht dazu geeignet, die Zusammensetzung des Schutzgases näher zu charakterisieren. Insbesondere ist nicht klar, inwiefern das auf Zeile 13 von Anspruch 1 erwähnte "reaktive Gas" mit dem Schutzgas in Verbindung zu bringen ist. Weiters besteht eine mögliche Interpretation der verwendeten Formulierung darin, daß das Schutzgas sehr wohl Stickstoff enthalten kann, das Metall am Kontaktlochboden aber so beschaffen oder angeordnet ist, daß es keine Nitridverbindungen eingeht.

Ohne nähere Spezifizierung des Schutzgases definiert die obenerwähnte Passage von Anspruch 1 lediglich ein zu erreichendes Resultat, ohne die für die Erzielung dieses Ergebnisses notwendigen technischen Merkmale anzugeben.

**1.1.2. Darüberhinaus enthält Anspruch 1 nicht alle Merkmale, die für die Definition seines Gegenstandes wesentlich sind.**

So bezieht sich die Beschreibung auf ein Sputterverfahren, bei dem eine Grundsicht durch nichtreaktives Sputtern in Abwesenheit von Stickstoffgas abgeschieden wird, wobei letzteres als entscheidendes Merkmal anzusehen ist. Die vorliegende Anmeldung enthält keinerlei Angaben darüber, wie die Abscheidung eines Nitrids etwa mittels CVD ohne Verwendung von Stickstoffgas erfolgen könnte. Es ist daher als wesentliches Merkmal des offenbarten Verfahrens anzusehen, daß die Abscheidung

**BEST AVAILABLE COPY**

durch Sputtern erfolgt.

**1.2. Anspruch 4 ist nicht klar.**

Der Anspruch macht Angaben über die Herstellung der Zwischenschicht, bezieht sich aber unter anderem auf die vorangehenden Ansprüche 1 und 2, in denen von einer Zwischenschicht keine Rede ist.

Der Anspruch bezieht sich außerdem vage auf einen "Bereich" der Zwischenschicht, der von einer nitridfreien Oberfläche eines Targets abgesputtert wird. Damit wird nicht klar beschrieben, daß es sich bei besagtem "Bereich" um die obersten Lagen der Zwischenschicht handeln soll. Da der Begriff "Bereich" auch laterale Teilstücke der Zwischenschicht umfaßt, ist der Anspruch insgesamt unklar.

**2. Das Dokument D1 offenbart ein:**

Verfahren zum Füllen eines Kontaktlochs,

bei dem in mindestens einem Kontaktloch (allgemein bezeichnet durch 16 in den Abbildungen) unter einem Schutzgas eine Grundsicht abgelagert wird, die aus Titannitrid besteht (siehe Spalte 10, Zeilen 31-53; eine Grundsicht 18A wird von einem nitridierten Ti Target in Ar Atmosphäre gesputtert),

und bei dem in dem Kontaktloch nach der Ablagerung der Grundsicht unter gasförmigem Stickstoff eine Deckschicht abgelagert wird, die aus Titannitrid besteht (siehe Spalte 10, Zeilen 55-58; TiN Deckschicht 18B), wobei sich dadurch, daß zunächst die Grundsicht unter einem Schutzgas abgelagert wird, auf dem Metall am Kontaktlochboden keine Nitridverbindungen zwischen dem Metall am Kontaktlochboden und in einem reaktiven Gas enthaltenen Stickstoff bilden (bei dem in D1 offenbarten Verfahren befindet sich am Kontaktlochboden eine Aluminiummetallisierung 12; die Abscheidung der Grundsicht erfolgt in Argonatmosphäre und Reaktion des Metalls mit reaktivem Stickstoff ist folglich nicht möglich),

und wobei in dem Kontaktloch nach der Ablagerung der Deckschicht eine Kontaktlochfüllung aus Wolfram abgelagert wird (Wolframschicht 20A in Fig. 7).

Das Verfahren von Anspruch 1 unterscheidet sich von dem in D1 offenbarten Verfahren lediglich dadurch, daß die Deckschicht am Kontaktlochboden eine Dicke kleiner als 10 nm hat.

**BEST AVAILABLE COPY**

Die Verwendung so dünner Titannitridschichten bei Wolframkontakten ist im Stand der Technik wohlbekannt und die Auswahl einer bestimmten Schichtdicke stellt lediglich eine Routinemaßnahme dar, die ein Fachmann ohne erfinderisches Zutun ausführen kann.

Folglich beruht der Gegenstand von Anspruch 1 nicht auf erfinderischer Tätigkeit (Artikel 33(3) PCT).

Es wird bemerkt, daß die in D1 angegebene Dicke der oberen Barrierschicht (70 nm) offensichtlich lediglich einen Beispielwert darstellt und keinesfalls als untere Grenze für die Schichtdicke aufgefaßt werden kann. Es ist wohlbekannt, daß die Barrierschicht erheblich zum Kontaktwiderstand beiträgt und daher so dünn wie möglich gewählt werden sollte. Das gilt insbesondere für Kontaktlöcher im sub- $\mu$  Bereich. In D1 werden Kontaktlochdurchmesser von 0.35  $\mu$ m als Beispiel erwähnt (siehe Spalte 1, Zeile 36). Es ist klar, daß ein Fachmann in diesem Fall die Dicke der obersten Schicht zwangsläufig erheblich kleiner als 70 nm wählen würde.

3. Die abhängigen Ansprüche 2-7 und 9-11 enthalten keine Merkmale, die in Kombination mit den Merkmalen irgendeines Anspruchs, auf den sie sich beziehen, die Erfordernisse des PCT in bezug auf erfinderische Tätigkeit erfüllen. Die Gründe dafür sind die folgenden:

3.1. Die Verwendung von gerichtetem Sputtern (Anspruch 2) ist eine im Stand der Technik wohlbekannte Option, die insbesondere bei der Abscheidung in Kontaktöffnungen mit hohem Aspektverhältnis eingesetzt wird. D1 bezieht sich ausdrücklich auf eine solche Situation (siehe beispielsweise Spalte 1, Zeilen 31-36) und ein Fachmann würde daher gerichtetes Sputtern bei der Implementation der Methode von D1 in Betracht ziehen.

3.2. D1 offenbart sämtliche zusätzlichen Merkmale bzw. Verfahrensschritte der Ansprüche 3-7 und 9-11:

Das Verfahren von D1 beruht darauf, daß bei der Abscheidung der nitridhaltigen Grundsicht ein Target verwendet wird, das im vorhergehenden Abscheidevorgang in Stickstoffatmosphäre nitridiert wurde (siehe Spalte 10, Zeilen 41-44). Die unterste Lage der Grundsicht 18A enthält daher überwiegend TiN, da zuerst die oberste nitridierte Lage des Targets abgesputtert wird. Danach nimmt der Nitridgehalt der Grundsicht 18A graduell ab, so daß die oberste Schicht von 18A im wesentlichen aus Ti besteht (Spalte 10, Zeilen 49-52). Dies entspricht der "Zwischenschicht", die in Anspruch 3

**BEST AVAILABLE COPY**

eingeführt wird.

Die Zwischenschicht wird in D1 ausdrücklich als Ti-reich spezifiziert (siehe Spalte 10, Zeilen 50f und Spalte 11, Zeile 3) und enthält daher jedenfalls wesentlich mehr als 50 at-% Ti. Der genaue Titangehalt der Zwischenschicht hängt lediglich von der gewählten Gesamtdicke von Grund- und Zwischenschicht ab. Da letztere in demselben Bereich liegt, wie er auch in der vorliegenden Anmeldung vorgesehen ist (kleiner als 6 nm, siehe Spalte 11, Zeilen 14f), kann davon ausgegangen werden, daß der in D1 vorgesehene Titangehalt dem von Anspruch 3 entspricht.

Des weiteren werden Grund- und Deckschicht von demselben Target abgeschieden (siehe Spalte 10, Zeilen 39-44 und Zeilen 55-58). Das Kontaktloch 16 erstreckt sich außerdem bis zu einer darunterliegenden Leiterbahn aus Aluminium (Abb. 3, Spalte 9, Zeilen 13-27), auf der eine Antireflexionsschicht angebracht ist (TiN, TiON oder TiW; ebenda). Das Kontaktloch wird schließlich mit Wolfram aufgefüllt unter Verwendung von  $WF_6$  (Spalte 11, Zeilen 25-50).

Anspruch 11 definiert Bereiche für die Abmessungen des Kontaktlochs, die allesamt im Bereich des Fachüblichen liegen. Kontaktlochdurchmesser bis 0.35  $\mu m$  sind in D1 erwähnt (Spalte 1, Zeile 36).

4. Der Gegenstand von Anspruch 8 unterscheidet sich von dem in D1 offenbarten Verfahren dadurch, daß mehrere Kontaktlöcher vorgesehen sind und die Antireflexionsschicht als Ätzstopp verwendet und an dünnen Stellen und/oder an Stellen erhöhter Ätzgeschwindigkeit durchgeätzt wird.

Letzteres wird von D1 weder offenbart noch nahegelegt, so daß folglich der Gegenstand von Anspruch 8 die Erfordernisse des PCT bezüglich Neuheit und erfinderische Tätigkeit erfüllt (Art. 33(2)(3) PCT).

5. Der Gegenstand der Ansprüche 12-14 beruht nicht auf erfinderischer Tätigkeit (Art. 33(3) PCT) aus Gründen, die weiter oben bereits dargelegt wurden.

6. Der Gegenstand sämtlicher Ansprüche 1-14 erfüllt die Erfordernis der industriellen Anwendbarkeit (Art. 33(4) PCT).

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Füllen eines Kontaktlochs (20),  
bei dem in mindestens einem Kontaktloch (20) unter einem  
5 Schutzgas eine Grundsicht (50) abgelagert wird, die aus Ti-  
tannitrid besteht,  
und bei dem in dem Kontaktloch (20) nach der Ablagerung der  
Grundsicht (50) unter gasförmigem Stickstoff eine Deck-  
schicht (54) abgelagert wird, die aus Titannitrid besteht,  
10 wobei sich dadurch, dass zunächst die Grundsicht unter ei-  
nem Schutzgas abgelagert wird, auf dem Metall am Kontaktloch-  
boden keine Nitridverbindungen zwischen dem Metall am Kon-  
taktlochboden und in einem reaktiven Gas enthaltenen Stick-  
stoff bilden,  
15 und wobei in dem Kontaktloch (20) nach der Ablagerung der  
Deckschicht (54) eine Kontaktlochfüllung aus Wolfram abgela-  
gert wird,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Deckschicht  
(54) am Kontaktlochboden (24) eine Dicke (D4) kleiner 10 nm  
20 hat.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass die Grundsicht (50) und/oder die Deck-  
schicht (54) durch gerichtetes Sputtern abgelagert wird.  
25
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass in dem Kontaktloch (20) nach der  
Ablagerung der Grundsicht (50) und vor der Ablagerung der  
Deckschicht (54) vorzugsweise durch gerichtetes Sputtern eine  
30 Zwischenschicht (B3, B4) abgelagert wird, wobei mindestens  
achtzig Prozent der Atome der Zwischenschicht Titanatome  
sind.



4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass ein Bereich (B3, B4)  
der Zwischenschicht (52) von einer nitridfreien Oberfläche  
eines Sputtertargets (108) unter einem Schutzgas abgelagert  
5 wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , dass die Oberfläche (157) des Sput-  
tertargets zum Sputtern der Grundsicht (50) vor dem Ablagern  
10 der Grundsicht (50) unter Stickstoff nitridiert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , dass die Grundsicht (50) und die  
Deckschicht (54) und vorzugsweise auch die Zwischenschicht  
15 (52) mit demselben Sputtertarget (108) erzeugt werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das Kontaktloch (20)  
in eine dielektrische Schicht (18) bis zu einem elektrisch  
20 leitenden Verbindungsabschnitt (14) eingebracht wird,  
und dass der Verbindungsabschnitt (14) als Hauptbestandteil  
vorzugsweise Aluminium oder eine Aluminiumlegierung enthält.

8. Verfahren nach Anspruch 7, d a d u r c h g e k e n n -  
25 z e i c h n e t , dass eine Vielzahl von Kontaktlöchern (20)  
gleichzeitig in die dielektrische Schicht (18) geätzt werden,  
dass zwischen dem dielektrischen Trägermaterial (18) und dem  
Verbindungsabschnitt (14) eine elektrisch leitende Hilfs-  
schicht (16), vorzugsweise eine Antireflexionsschicht ange-  
30 ordnet wird,  
und dass die Hilfsschicht (16) als Stoppschicht beim Ätzen  
verwendet wird, wobei jedoch ein Durchdringen der Hilfs-

schicht (16) an dünnen Stellen der dielektrischen Schicht und/oder an Stellen mit höherer Ätzgeschwindigkeit auftritt.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktlochfüllung unter Verwendung von Wolframhexafluorid abgelagert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Grundsicht (50) gemeinsam mit der Zwischenschicht (52) am Kontaktlochboden (24) eine Dicke (D2, D3) kleiner 5 nm insbesondere kleiner 3 nm hat.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kontaktloch (20) einen Durchmesser kleiner 1  $\mu\text{m}$  hat, vorzugsweise von etwa 0,5  $\mu\text{m}$ , und/oder dass das Kontaktloch (20) eine Tiefe größer 500 nm, vorzugsweise größer 1  $\mu\text{m}$  hat.

12. Integrierte Schaltungsanordnung (10), mit mindestens einem Kontaktloch (20), in dem eine Grundsicht (50) und eine Deckschicht (54) aus Titannitrid angeordnet sind, wobei die Grundsicht (50) an einen Verbindungsabschnitt (14) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung grenzt und zwischen dem Verbindungsabschnitt (14) und der Grundsicht (50) kein Aluminiumnitrid angeordnet ist, und wobei das Kontaktloch (20) eine Füllung aus Wolfram enthält, dadurch gekennzeichnet, dass die Deckschicht (54) am Kontaktlochboden (24) eine Dicke (D4) kleiner 10 nm hat.

13. Schaltungsanordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass in einer zwischen der Grundschicht (50) und der Deckschicht (54) angeordnete Zwischenschicht (52) mindestens achtzig Prozent der Atome der Zwischenschicht Titanatome sind.

14. Schaltungsanordnung nach 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Grundschicht (50) gemeinsam mit der Zwischenschicht (52) am Kontaktlochboden (24) eine Dicke (D2, D3) kleiner 5 nm insbesondere kleiner 3 nm hat.

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT/DE2003/000861



# PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference In1226WO	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE2003/000861	International filing date (day/month/year) 17 March 2003 (17.03.2003)	Priority date (day/month/year) 29 April 2002 (29.04.2002)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01L 21/768		
Applicant INFINEON TECHNOLOGIES AG		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 7 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 4 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 27 November 2003 (27.11.2003)	Date of completion of this report 07 June 2004 (07.06.2004)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE2003/000861

## I. Basis of the report

## 1. With regard to the elements of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
pages 1-11, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the claims:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages 1-14, filed with the letter of 24 March 2004 (24.03.2004)
- ☒ the drawings:  
pages 1/4-4/4, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

## 2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

## 3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 03/00861

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-14	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	8	YES
	Claims	1-7, 9-14	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-14	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

This report makes reference to the following documents:

D1: US-A-5 963 827 (Enomoto Yoshiyuki et al.); 5 October 1999 (1999-10-05)

D2: EP-A-0 735 586 (Texas Instruments); 2 October 1996 (1996-10-02).

1. The present application does not meet the requirements of PCT Article 6.

1.1. Claim 1 lacks clarity and is not supported by the description.

1.1.1. The term "protective gas" does not clearly define the composition of the atmosphere in which the deposition of the base layer takes place. The term "protective gas" also encompasses gas mixtures containing nitrogen or even those composed exclusively of nitrogen, which contradicts the basic concept behind the method in question, namely that the first deposition process should take place in an atmosphere that does not contain nitrogen.

The passage in lines 10-14 of claim 1 does not adequately specify the composition of the protective gas. In

particular, it is not clear to what extent the "reactive gas" mentioned on line 13 of claim 1 is related to the protective gas. Furthermore, one possible interpretation of this wording is that the protective gas can indeed contain nitrogen, but that the metal in the via floor is constituted or arranged such that it does not enter into any nitride bonds.

Without a more detailed specification of the protective gas, the above-mentioned passage from claim 1 merely defines a result to be achieved without indicating the technical features necessary for achieving said result.

1.1.2. Furthermore, claim 1 does not contain all of the features that are essential to the definition of its subject matter.

The description refers to a sputtering method in which a base layer is deposited by non-reactive sputtering in the absence of nitrogen gas, the latter being regarded as an essential feature. The present application contains nothing that indicates how a nitride could be deposited, for example by means of CVD, without using nitrogen gas. Therefore, the fact that the deposition is carried out by means of sputtering is an essential feature of the disclosed method.

1.2. Claim 4 lacks clarity.

The claim provides information with respect to the production of the intermediate layer, but it refers, *inter alia*, to the previous claims 1 and 2 in which there is no mention of an intermediate layer.

Furthermore, the claim refers vaguely to an "area" of the

intermediate layer that is sputtered from a nitride-free surface of a target. Said description does not make it clear that said "area" refers to the upper plies of the intermediate layer. Since the term "area" also includes side portions of the intermediate layer, the claim as a whole is unclear.

2. D1 discloses a:

method for filling a via,

in which method a base layer of titanium nitride is deposited, using a protective gas, in at least one via (labeled throughout the figures as reference sign (16)) (see column 10, lines 31-53; a base layer 18A is sputtered from a nitridized Ti target in an Ar atmosphere),

and in which method a covering layer of titanium nitride is deposited in the via after the base layer is deposited using nitrogen gas (see column 10, lines 55-58; TiN covering layer 18B), and, as a result of the fact that, first, the base layer is deposited using a protective gas, the metal in the via floor does not form nitride compounds with nitrogen contained in a reactive gas (in the method disclosed in D1 there is an aluminum metallization (12) on the via floor; the deposition of the base layer takes places in an argon atmosphere and, consequently, the metal cannot react with reactive nitrogen),

and, after the covering layer is deposited, a via filling of tungsten is deposited in the via (tungsten layer 20A in figure 7).

The method of claim 1 differs from the method disclosed in D1 only in that the covering layer on the via floor has a



thickness of less than 10 nm.

The use of such thin titanium nitride layers in tungsten contacts is well known in the prior art and the selection of a specific layer thickness is merely a routine measure that a person skilled in the art can carry out without thereby being inventive.

Consequently, the subject matter of claim 1 does not involve an inventive step (PCT Article 33(3)).

It is noted that the thickness of the upper barrier layer (70nm) indicated in D1 is only an example value and can in no way be interpreted as a lower limit for the layer thickness. It is well known that the barrier layer contributes considerably to contact resistance and therefore the barrier layer selected should be as thin as possible. This applies particularly to vias in the sub- $\mu$  range. In D1, via diameters of 0.35  $\mu$ m are mentioned as an example (see column 1, line 36). It is clear that in this case, a person skilled in the art would necessarily select a thickness considerably less than 70 nm for the top layer.

3. Dependent claims 2-7 and 9-11 contain no features that, in combination with the features of any claim to which they refer, meet the PCT requirements for inventive step. The reasons therefor are the following:

3.1. The use of directed sputtering (claim 2) is an option that is well known in the prior art and used particularly in deposition in contact openings with a high aspect ratio. D1 expressly refers to such a situation (see, for example, column 1, lines 31-36), and therefore a person skilled in the art would take directed sputtering into

consideration when carrying out the methods of D1.

3.2. D1 discloses all of the additional features and method steps of claims 3-7 and 9-11:

The method in D1 is based on the fact that a target that was nitridized prior thereto in the deposition process in a nitrogen atmosphere is used in the deposition of the nitride-containing base layer (see column 10, lines 41-44). Therefore, the bottom ply of base layer (18A) contains mostly TiN, since the top nitridized ply of the target is sputtered first. Thereafter, the nitride content of the base layer (18A) decreases gradually such that the top layer of 18A consists essentially of Ti (column 10, lines 49-52). This corresponds to the "intermediate layer" introduced in claim 3.

D1 expressly indicates that the intermediate layer is Ti-rich (see column 10, lines 50f. and column 11, line 3) and therefore contains substantially more than 50 atomic % Ti. The precise titanium content of the intermediate layer depends only on the selected total thickness of the base and intermediate layers. Since said thickness is within the same range as that of the present application (less than 6 nm, see column 11, lines 14f.), it can be assumed that the titanium content in D1 corresponds to that of claim 3.

Furthermore, the base and covering layers are deposited from the same target (see column 10, lines 39-44 and lines 55-58). The via (16) extends all the way to an aluminum printed board positioned thereunder (figure 3, column 9, lines 13-27) to which an anti-reflection layer has been applied (TiN, TiON or TiW; *ibid.*). Finally, using WF<sub>6</sub>, the via is filled with tungsten (column 11, lines 25-50).

Claim 11 defines ranges for the dimensions of the via, all of which lie within the standard range in the art. D1 mentions via diameters of up to 0.35  $\mu\text{m}$  (column 1, line 36).

4. The subject matter of claim 8 differs from the method disclosed in D1 in that a plurality of vias are provided and the anti-reflection layer is used as a blocking layer during etching, but etching through occurs in places where the coating is thin and/or where there is a greater etching speed.

The above is neither disclosed in nor rendered obvious by D1, and therefore the subject matter of claim 8 meets the PCT requirements for novelty and inventive step (PCT Article 33(2) and (3)).

5. The subject matter of claims 12-14 does not involve an inventive step (PCT Article 33(3)) for reasons that have already been indicated above.

6. The subject matter of all of claims 1-14 meets the requirement for industrial applicability (PCT Article 33(4)).